

УДК 535.015

СИНТЕЗ УГЛЕРОДНЫХ ТОЧЕК ДЛЯ ПАССИВАЦИИ ПЕРОВСКИТНОГО СЛОЯ

Ведерникова А.А. (Университет ИТМО), Маргарян И.В. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – к.ф.-м.н. Ушакова Е.В.
(Университет ИТМО)

Введение. Перовскитные солнечные элементы (ПСЭ) за последнее десятилетие привлекли большое внимание благодаря своим уникальным свойствам, такие как высокая эффективность преобразования энергии, низкочастотный и лёгкий производственный процесс. Однако дефекты на границах зерен в перовскитном слое образуют рекомбинационные ловушки, которые препятствуют переносу заряда, тем самым уменьшая ток и эффективность ПСЭ [1]. Установлено, что поверхностные группы углеродных точек (УТ) эффективно образуют координационные связи с дефектами на поверхности перовскитного слоя [2], что приводит к пассивации последних и положительно сказывается на эффективности переноса заряда. Таким образом актуальной задачей на сегодня является разработка протокола синтеза для наилучшей пассивации перовскитного слоя.

Основная часть. В данной работе одностадийным сольвотермальным методом были синтезированы УТ на основе этилендиамина в ацетилацетоне (CD-AA), а также с добавлением о-фенелендиамина (о-ФД) (CD-oPD). Были исследованы как оптические, так и морфологические свойства полученных частиц. Полученные УТ допированы азотом, имеют высоту около 2 нм и излучают в районе 350-500 нм в зависимости от условий синтеза.

Были созданы устройства со структурой ИТО/SnO₂/УТ/перовскит FАСsPbI₃. Результаты исследования показывают, что перовскитные пленки, нанесенные на слой УТ, состоят из значительно более крупных зерен в районе 390-400 нм, что почти на 100 нм больше без слоя УТ. Кроме того, для исследования влияния слоя УТ на свойства тонкой пленки перовскита были измерены интенсивность фотолюминесценции (ФЛ) и времена затухания ФЛ. Таким образом наличие слоя УТ привело к снижению интенсивности ФЛ на 18% для образца CD-AA и на 27% для образца CD-oPD, а также к более быстрым временам затухания ФЛ.

Выводы. Был разработан протокол синтеза УТ для пассивации перовскитного слоя. Слой УТ образует достаточно гладкую поверхность для лучшего роста перовскитных кристаллов, тем образом улучшая морфологию перовскитного слоя и уменьшая количество дефектных состояний на границах. Уменьшение интенсивности ФЛ полученных структур говорит о наиболее эффективном извлечении носителей заряда. А уменьшение времен затухания ФЛ подразумевает уменьшение центров рекомбинации и усиление разделения зарядов на поверхности.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Федеральной программы академического лидерства "Приоритет 2030" и в рамках гранта НИРМА ФТ МФ Университета ИТМО. Исследования РФС и УФС проводились при финансовой поддержке Санкт-Петербургского государственного университета (проект № 93021679)

Список использованных источников:

1. Kandori S. et al. Fabrication and characterization of potassium- and formamidinium-added perovskite solar cells // Journal of the Ceramic Society of Japan. 2020. Т. 128, № 10. С. 805–811.
2. Wen Y., Zhu G., Shao Y. Improving the power conversion efficiency of perovskite solar cells by adding carbon quantum dots // Journal of Materials Science. – 2020. – Т. 55. – №. 7. – С. 2937-2946.